

## FORMATION OF THREE-DIMENSIONAL DEVICE STRUCTURE

**Publication number:** JP2000204479 (A)

**Publication date:** 2000-07-25

**Inventor(s):** KONISHI SATOSHI +

**Applicant(s):** RITSUMEIKAN +

**Classification:**


- international: **C23C18/18; H01L21/288;** (IPC1-7): C23C18/18; H01L21/288

- European:

**Application number:** JP19990007503 19990114

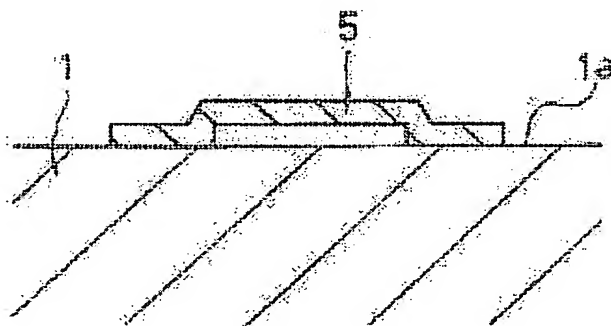
**Priority number(s):** JP19990007503 19990114

**Also published as:**

 **JP3380880 (B2)**

### Abstract of JP 2000204479 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for forming a three-dimensional device structure by which a three-dimensional device structure is efficiently formed even when a face on which the structure is formed is sterical. **SOLUTION:** A stage for plotting a desired pattern on an object 1 to be coated with a film with an insulator soln., heating and drying the soln. to selectively form an insulating film 4 and a stage for plotting a desired pattern with a silane coupling agent, heating and drying the soln. to activate the surface and selectively forming a metallic film 5 by chemical plating are performed with a specified combination and order. At least a part of the insulating film 4 or the metallic film 5 is removed in a specified stage.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3380880号  
(P3380880)

(45) 発行日 平成15年2月24日 (2003. 2. 24)

(24) 登録日 平成14年12月20日 (2002. 12. 20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

C 2 3 C 18/18

C 2 3 C 18/18

H 0 1 L 21/288

H 0 1 L 21/288

Z

請求項の数 3 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-7503

(22) 出願日 平成11年1月14日 (1999. 1. 14)

(65) 公開番号 特開2000-204479 (P2000-204479A)

(43) 公開日 平成12年7月25日 (2000. 7. 25)

審査請求日 平成13年3月29日 (2001. 3. 29)

(73) 特許権者 593006630  
学校法人立命館  
京都府京都市北区等持院北町56番地の1

(72) 発明者 小西 聡  
滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館  
大学 びわこ・くさつキャンパス 理工  
学部内

(74) 代理人 100080182  
弁理士 渡辺 三彦

審査官 金 公彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元デバイス構造の形成方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被成膜対象物に対し、絶縁体溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させることにより絶縁膜を選択的に形成する工程と、シランカップリング剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させ、表面活性化処理し、化学メッキすることにより金属膜を選択的に形成する工程とを所定の組合せ及び順序で実行する3次元デバイス構造の形成方法であって、  
前記絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が半導体で構成された被成膜対象物に対し、所定段階でドーパントを含む半導体高濃度拡散剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱することによって、前記ドーパントを半導体中に選択的に拡散させることを特徴とする3次元デバイス構造の形成方法。

【請求項2】 所定段階で前記絶縁膜又は金属膜の少な

2

くとも一部を除去することを特徴とする請求項1記載の3次元デバイス構造の形成方法。

【請求項3】 前記被成膜対象物の絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が立体的であることを特徴とする請求項1又は2記載の3次元デバイス構造の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、例えば半導体基板等の被成膜対象物に3次元のデバイス構造を形成する3次元デバイス構造の形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年のデバイス技術のめざましい発展は、情報化社会を支える電子機器開発の原動力となっている。このようなデバイスの実装段階で重要な役割を果たす配線又は電極等のパターン形成には、従来からフォ

トリソグラフィ（写真食刻法）が利用されることが多い。

【0003】このフォトリソグラフィを利用して例えば半導体基板等の被成膜対象物に金属膜のパターンを形成する場合、(1) スパッタリング法や真空蒸着法等によって被成膜対象物の被形成面全体に金属膜を形成する工程と、(2) スピンコーティング法等によって金属膜の面全体にフォトレジストを形成する工程と、(3) フォトレジストにフォトマスクを通して紫外線を露光させた後、現像する工程と、(4) エッチングによって金属膜のパターンを形成した後、残ったフォトレジストを除去する工程とが順次実行される。

【0004】また、絶縁膜のパターンを形成する場合にも、上記とほぼ同様の工程が順次実行される。

【0005】このように、絶縁膜と金属膜とで被成膜対象物に3次元のパターンを形成する場合には、絶縁膜のパターン形成と金属膜のパターン形成のそれぞれについて上記のようなフォトリソグラフィが利用されることが多い。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、フォトリソグラフィを絶縁膜と金属膜のパターン形成にそれぞれ利用していたのでは、工程が複雑で製造コストが高いという問題点がある。

【0007】また、フォトリソグラフィの利用は、被成膜対象物の絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が平面又はほぼ平面の平面的である場合に限られ、被形成面が立体的、例えば管体や箱体の内壁面等の入り組んだ形状等を有する場合には、パターン形成が不可能であるという問題点がある。

【0008】この発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、3次元デバイス構造を、被成膜対象物に効率良く形成できると共に、被形成面が立体的である場合でも形成できる3次元デバイス構造の形成方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための手段とするところは、第1に、被成膜対象物に対し、絶縁体溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させることにより絶縁膜を選択的に形成する工程と、シランカップリング剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させ、表面活性化処理し、化学メッキすることにより金属膜を選択的に形成する工程とを所定の組合せ及び順序で実行する3次元デバイス構造の形成方法であって、前記絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が半導体で構成された被成膜対象物に対し、所定段階でドーパントを含む半導体高濃度拡散剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱することによって、前記ドーパントを半導体中に選択的に拡散させることにある。

【0010】第2に、所定段階で前記絶縁膜又は金属膜

の少なくとも一部を除去することにある。

【0011】

【0012】第3に、前記被成膜対象物の絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が立体的であることにある。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態を図面に基いて説明する。なお、図1は、第1及び第2実施形態で用いるマイクロプリンティングプロセスの一例の概念図である。図1中の1は被成膜対象物、2はインクジェットプリンタ、3はインジェクタである。

【0014】図2及び図3に示すように、第1実施形態に係る3次元デバイス構造の形成方法は、例えば、図1に示すマイクロプリンティングプロセスを用い、被成膜対象物1の被形成面1aに、絶縁体溶液をインクジェットプリンタ2等の適宜の描画手段により所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させることにより絶縁膜4を選択的に形成した後、該絶縁膜4の上からこの絶縁膜4をまたぐようにしてシランカップリング剤溶液を描画手段により所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させ、表面活性化処理し、化学メッキすることにより金属膜5を選択的且つ前記絶縁膜4をまたぐように形成するものである。

【0015】即ち、まず、被成膜対象物1の被形成面1aに絶縁体溶液を描画手段により所望のパターンで描画する。

【0016】前記被成膜対象物1としては、例えば、既に電極又は配線等の適宜のパターンが形成されているデバイスの他、パターンが形成されていないデバイスや、あるいは前記絶縁膜4及び金属膜5等のパターンを形成することによりデバイスとなるもの等が挙げられる。

【0017】前記デバイスとしては、例えば、電子デバイス、機械デバイス、電子機械（メカトロ）デバイス等が挙げられる。

【0018】前記電子デバイスとしては、例えば、シリコン、ゲルマニウム、ガリウムヒ素等からなる半導体基板、ガラス、アルミナ、陶器等からなるセラミック基板、フレキシブル基板等のプラスチック基板等を含む各種の硬質、半硬質、又は柔軟な基板等が挙げられる。

【0019】前記機械デバイス又は電子機械デバイスとしては、例えば、圧力センサ、マイクロフォン、加速度センサ、ジャイロ等の半導体センサや電氣的スイッチ、あるいは光センサ、光学スイッチ、光学ミラー等の光学デバイス、弁、ポンプ、攪拌装置、流量計等の流体デバイス、バイオセンサ、細胞マニピュレーションデバイス、神経刺激デバイス等のバイオデバイス等が挙げられる。

【0020】前記絶縁体としては、例えば、フォトレジストやポリイミド等の合成樹脂、ガラス、シリカ、窒化ケイ素等のセラミックス等が挙げられる。なお、この絶縁体の溶液は、適宜の溶剤により描画後のパターンが崩

5

れない程度の粘度に調整しておけばよい。

【0021】前記描画手段としては、インクジェットプリンタ2の他、例えば位置制御されたプローブ等が挙げられる。描画に際しては、あらかじめCAD（Computer Aided Design）等でパターンの原画を作成しておき、このパターンを、コンピュータ等に接続したインクジェットプリンタ2又はコンピュータ等で制御されたプローブ等により被成膜対象物1の被形成面1aに描画すればよい。

【0022】パターンを描画した後、加熱、乾燥させれば、溶剤が除去されて絶縁膜4が選択的に形成される。ここで、ネガ型のフォトリソストを使用している場合には、必要に応じて更に紫外線を露光させてもよい。

【0023】次に、上記と同様にしてシランカップリング剤溶液を所望のパターンで描画する。この場合も、シランカップリング剤溶液の粘度は、描画後のパターンが崩れない程度に調整しておけばよい。なお、このシランカップリング剤としては、アミノ系のものが好適であるが、他のシランカップリング剤を使用してもよい。

【0024】ここで、前記絶縁膜4を利用して3次元のデバイス構造を形成するには、絶縁膜4の上からこの絶縁膜4をまたぐ又は覆うように、即ち、絶縁膜4の長手方向と所定角度で交差するか、又は絶縁膜4の全体若しくはほぼ全体が隠れるようにして描画すればよい。また、必要に応じて、絶縁膜4が形成されていない部分に直接描画してもよい。

【0025】パターンを描画した後、加熱、乾燥させれば、溶剤が除去されると共に、シランカップリング剤がそのシラノール基と被成膜対象物1等の表面水酸基との反応により強固且つ選択的に密着する。

【0026】次いで、密着したシランカップリング剤の表面活性化処理を行う。即ち、まず、被成膜対象物1を例えば塩化第1スズと塩酸の混合溶液に浸漬し、シランカップリング剤の表面にスズのクロロ錯イオンを固定化する。水洗後、例えば塩化パラジウム溶液に浸漬すれば、金属パラジウムコロイドが表面に析出する。

【0027】更に、水洗後、化学メッキ浴中に浸漬すれば、上記の金属パラジウムコロイドが触媒サイトとなって金属膜5が選択的に形成される。この実施形態のように、前記絶縁膜4の上からシランカップリング剤溶液を描画した部分においては、絶縁膜4をまたぐようにして金属膜5が3次元的に形成される。この金属膜5を構成する金属としては、例えば、ニッケル、コバルト、銅、金、白金等が挙げられる。

【0028】なお、この実施形態においては、絶縁膜4を選択的に形成した後で金属膜5を選択的に形成しているが、これに限定されるものではなく、絶縁膜4を選択的に形成する工程と、金属膜5を選択的に形成する工程とは、目的に応じて適宜の組合せ及び順序で実行することができる。ここで、この実施形態のように、絶縁膜4

6

と金属膜5とで3次元デバイス構造を形成する場合には、絶縁膜4と金属膜5、絶縁膜4同士、又は金属膜5同士の少なくとも互いの一部が重なるようにすればよい。また、絶縁膜4や金属膜5を形成していない部分に金属膜5又は絶縁膜4を形成する場合には、デバイスの欠陥部位等に対して直接修正作業を行うこともできる。更に、いずれの場合でも、これら絶縁膜4や金属膜5は被形成面1aに接触していなくてもよい。

【0029】このように、絶縁体溶液とシランカップリング剤溶液とを使用し、それぞれのパターンをインクジェットプリンタ2等で描画及び後処理等するだけで絶縁膜4と金属膜5とを選択的に形成できるので、3次元のデバイス構造を効率良く、しかも高精度に形成できるという利点がある。また、インクジェットプリンタ2のインジェクタ3やプローブ等の位置制御により、被形成面1aが立体的、例えば管体や箱体の内壁面等の入り組んだ形状等を有する場合でも、3次元デバイス構造の形成が可能であるという利点がある。

【0030】ここで、図4及び図5に示すように、エッチング等により絶縁膜4のみを除去すれば、金属膜5の所定範囲を、絶縁膜4の存在していた部分が空洞となったブリッジ構造等にすることができる。そのため、マイクロマシンの製造等における基本プロセスを簡単に行えるという利点がある。

【0031】なお、エッチング等による除去は、適宜の3次元デバイス構造を形成する途中又は形成した後の所定段階において行うことができ、また金属膜5のみを除去してもよい。更に、絶縁膜4や金属膜5を構成する材質を適宜に変えておき、エッチングに対する選択性等を付与しておけば、特定の絶縁膜4や金属膜5のみを除去することもできる。

【0032】また、被形成面1aが半導体で構成されている、例えば被成膜対象物1が半導体基板等である場合においても、所定段階で上記と同様にして被形成面1aにドーパントを含む半導体高濃度拡散剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱することによって、前記ドーパントを半導体中に選択的に拡散させることができる。この場合には、フォトリソグラフィを利用しなくても選択的ドーピングを効率良く行えると共に、既述のような3次元デバイス構造の形成と組み合わせで多様なデバイス等を製造できるという利点がある。

【0033】なお、前記ドーパントとしては、例えば、ホウ素、ガリウム、アルミニウム、インジウム等のP型ドーパントの他、リン、ヒ素、アンチモン等のN型ドーパントが挙げられる。

【0034】また、上記の選択的ドーピングは、例えばパターンが形成されていない半導体基板等の他、既述の方法で既に3次元のデバイス構造が形成されている半導体基板や、あるいは従来のフォトリソグラフィを利用して既に適宜のパターンが形成されている半導体基板等の

所定部位に対しても行うことができる。なお、被形成面 1 a が半導体で構成されている被成膜対象物 1 は、半導体基板に限定されるものではなく、例えば適宜の基板等に形成された半導体薄膜等、各種のデバイス等が使用できる。

【0035】更に、被形成面 1 a が立体的である場合には、被形成面 1 a が平面的である基板等以外に種々の被成膜対象物 1 を使用できるので、自由度が高いという利点がある。

【0036】図 6 及び図 7 に示すように、第 2 実施形態に係る 3 次元デバイス構造の形成方法は、第 1 実施形態において、前記絶縁膜 4 を平面視で例えば正形状に形成すると共に、前記金属膜 5 をこの絶縁膜 4 全体を覆うようにして形成し且つ絶縁膜 4 を上方から覆う部分に複数のエッチング孔 6 を設けるものである。

【0037】即ち、絶縁膜 4 は、エッチング孔 6 においてのみ露出している。なお、このエッチング孔 6 を設けるには、既述の金属膜 5 を選択的に形成する工程において、エッチング孔 6 の部分にシランカップリング剤溶液を描画しなければよい。

【0038】この状態でエッチング等を行えば、図 8 に示すように、絶縁膜 4 のうち、エッチング孔 6 の下方部分のみが除去される。なお、このような一部のエッチング等は、適宜に形成した 3 次元デバイス構造の金属膜 5 に対しても行うことができる。

【0039】このように、絶縁膜 4 や金属膜 5 は、形成した 3 次元デバイス構造に応じ、エッチング等によりその全部又は一部を所定段階で除去することができる。そのため、多様なデバイス等を製造できるという利点がある。

#### 【0040】

【実施例】次に、実施例により更に詳細に説明するが、この発明はかかる実施例に限定されるものではない。

【0041】被成膜対象物としては、厚さ 100  $\mu\text{m}$  の透明プラスチックシート（OHP シート、十千万社製、商品名「WT-OHP100」）を使用した。描画手段としては、市販のインクジェットプリンタ（セイコーエプソン社製、商品名「PM600C」、解像度 720 dpi）を使用した。

【0042】まず、CAD により絶縁膜と金属膜のパターンの原図をそれぞれ作成した。即ち、絶縁膜のパターンの原図を最小線幅の線分とし、金属膜のパターンの原図を、絶縁膜と直角に交差する最小線幅の線分とした。

【0043】絶縁体溶液には、ポジ型のフォトレジスト溶液〔富士薬品工業社製、商品名「FPPR7010」、粘度 10 c p（20℃）〕を使用した。この絶縁体溶液をインクジェットプリンタのインクタンクに充填し、適当な用紙に印刷させてインジェクタまでのラインを絶縁体溶液で十分に洗浄した。その後、インクジェットプリンタ及びこれを接続したパーソナルコンピュータ

により、透明プラスチックシートに絶縁体溶液を絶縁膜のパターンの原図に基づいて描画した。次いで、透明プラスチックシートを 150℃ に保持したホットプレート上で加熱、乾燥させることにより、絶縁膜を選択的に形成した。

【0044】シランカップリング剤としては、 $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシラン（信越化学工業社製、商品名「KBE90」）を使用した。このシランカップリング剤を 0.3 重量% 含んだエチレングリコール溶液〔粘度 34 c p（20℃）〕を上記とは別のインクタンクに充填し、これをインクジェットプリンタに装着した。次いで、上記と同様、適当な用紙に印刷させてインジェクタまでのラインをシランカップリング剤溶液で十分に洗浄した。その後、パーソナルコンピュータ及びインクジェットプリンタにより、絶縁膜を形成した透明プラスチックシートにシランカップリング剤溶液を金属膜のパターンの原図に基づいて描画した。

【0045】次いで、透明プラスチックシートを 150℃ に保持したホットプレート上で加熱、乾燥させた後、液温 30℃ の表面活性化処理液（日鉱メタルプレーティング社製、商品名「CG-535A」）に 3 分間浸漬した。

【0046】水洗後、10% 硫酸水溶液に浸漬してから更に水洗した。その後、ニッケルの化学メッキ液（日鉱メタルプレーティング社製、商品名「ニコムN」）に 90℃ で 5 分間浸漬した。

【0047】水洗、乾燥後、光学顕微鏡で観察したところ、透明プラスチックシート上に、絶縁膜をまたぐようにしてニッケルの金属膜が形成されていた。なお、絶縁膜と金属膜は、いずれも幅 230  $\mu\text{m}$ 、厚さ 2  $\mu\text{m}$  であった。また、セロハンテープによる引き剥がしテストにおいても、金属膜は剥離しなかった。

【0048】次に、上記の透明プラスチックシートをアセトン中、次いでエタノール中に常温でそれぞれ 5 分間ずつ浸漬し、絶縁膜のみを溶解、除去した。水洗、乾燥後、光学顕微鏡で観察したところ、金属膜の絶縁膜が存在していた部分にブリッジ構造が形成されていた。

#### 【0049】

【発明の効果】以上のように、請求項 1 の発明によれば、絶縁体溶液とシランカップリング剤溶液とを使用し、それぞれのパターンをインクジェットプリンタ等で描画及び後処理等するだけで絶縁膜と金属膜とを選択的に形成できるので、3 次元のデバイス構造を効率良く、しかも高精度に形成できるという利点がある。そのため、コストダウンを図ることができる。また、インクジェットプリンタのインジェクタやプロブ等の位置制御により、被成膜対象物の被形成面が立体的である場合でも 3 次元デバイス構造の形成が可能であるという利点がある。更に、前記絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が半導体で構成された被成膜対象物に対し、所定段階

でドーパントを含む半導体高濃度拡散剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱することによって、前記ドーパントを半導体中に選択的に拡散させるので、フォトリソグラフィを利用しないでも選択的ドーピングを効率良く行えると共に、既述のような3次元デバイス構造の形成と組み合わせて多様なデバイス等を製造できるという利点がある。

【0050】請求項2の発明によれば、所定段階で前記絶縁膜又は金属膜の少なくとも一部を除去するので、マイクロマシンの製造等における基本プロセスを簡単に

【0051】

【0052】請求項3の発明によれば、前記被成膜対象物の絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が立体的であるので、被形成面が平面的である基板等以外に種々の被成膜対象物を使用でき、そのため自由度が高いという利点がある。

【図面の簡単な説明】

\*

\*【図1】第1及び第2実施形態に係る3次元デバイス構造の形成方法に用いるマイクロプリンティングプロセスの一例の概念図。

【図2】第1実施形態で絶縁膜及び金属膜を形成した被成膜対象物の要部拡大平面図。

【図3】図2の一部省略縦断面図。

【図4】絶縁膜の全部を除去した後の状態を示す要部拡大平面図。

【図5】図4の一部省略縦断面図。

【図6】第2実施形態で絶縁膜及び金属膜を形成した被成膜対象物の要部拡大平面図。

【図7】図6の一部省略縦断面図。

【図8】エッチング孔から絶縁膜の一部を除去した後の状態を示す一部省略縦断面図。

【符号の説明】

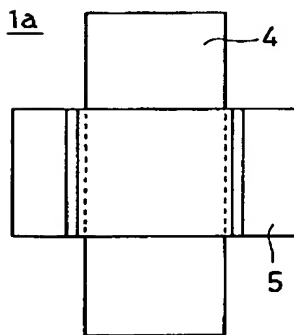
1 被成膜対象物

1a 被形成面

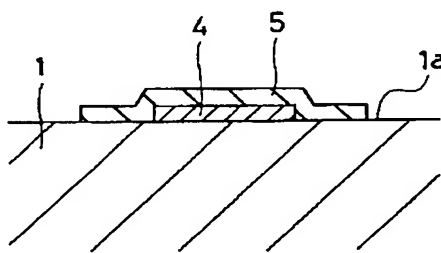
4 絶縁膜

5 金属膜

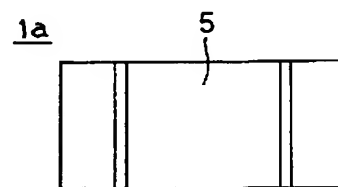
【図2】



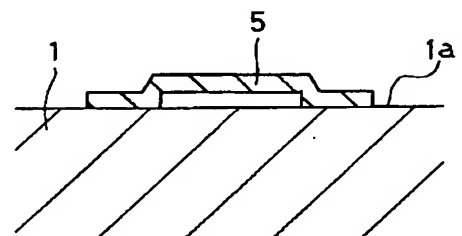
【図3】



【図4】



【図5】

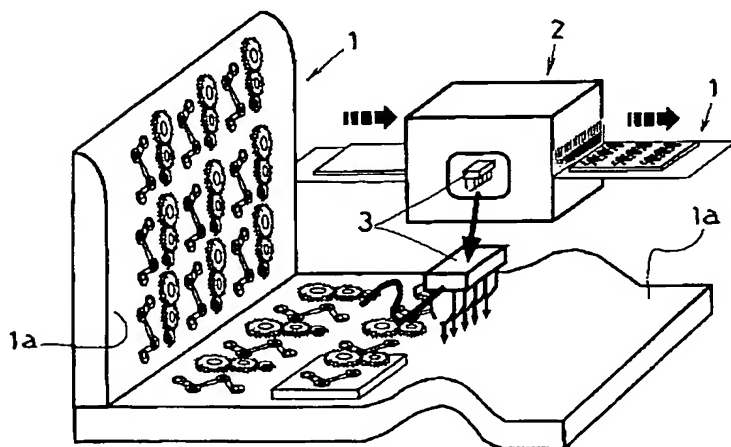


1 被成膜対象物

1a 被形成面

5 金属膜

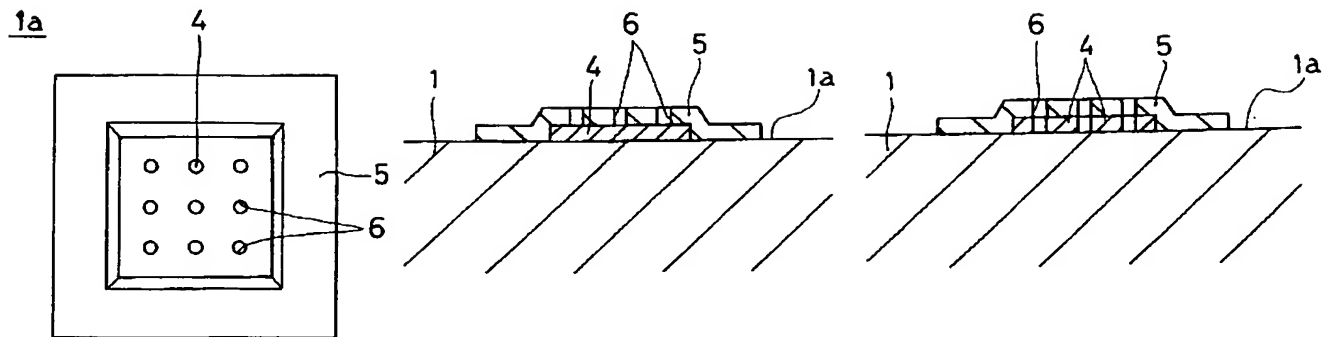
【図1】



【図 6】

【図 7】

【図 8】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平 9-263950 (J P, A)  
 特開 平 6-275950 (J P, A)  
 特開 昭 54-40236 (J P, A)  
 特開 平 4-146623 (J P, A)  
 特開 平 6-20999 (J P, A)  
 特開 平 3-20026 (J P, A)  
 特開 2000-150646 (J P, A)  
 特開 平 9-134891 (J P, A)  
 特開 2002-189232 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
 C23C 18/18  
 H01L 21/288